

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИЯТШ

Долматов О.Ю.

«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ

ДИНАМИКА И БЕЗОПАСНОСТЬ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

Направление подготовки/ специальность	14.04.02 Ядерные физика и технологии		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Ядерные реакторы и энергетические установки		
Специализация	Ядерные реакторы и энергетические установки		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	24	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч			152
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)			Курсовой проект
ИТОГО, ч			216

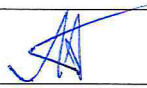
Вид промежуточной
аттестации

Экзамен
Диф.зачёт

Обеспечивающее
подразделение

ОЯТЦ

Заведующий кафедрой-
руководитель отделения
Руководитель ООП
Преподаватель

	А.Г. Горюнов
	М.С. Кузнецов
	Ю.Б. Чертков

2020г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	И.УК(У)-2.1	Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения и план реализации проекта с использованием инструментов планирования	УК(У)-2.1В1	Владеет опытом разработки концепции проекта, ведения и контроля реализации проекта
				УК(У)-2.1У1	Умеет формулировать цель, задачи, значимости ожидаемых результатов проекта
				У(У)К-2.131	Знает основные принципы, закономерности и методы управления проектом на всех этапах его жизненного цикла; требования к проектам и их результатам
		И.УК(У)-2.2	Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта.	УК(У)-2.2В1	Владеет опытом оценки эффективности реализации проекта и разработки плана действий по его корректировке
				УК(У)-2.2У1	Умеет определять потребности в ресурсах для реализации проекта
				У(У)К-2.231	Знает основные способы оценки эффективности проектной деятельности
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	И.ОПК(У)-1.1	Формулирует проблему, решение которой напрямую связано с достижением цели исследования и выбирает оптимальный способ решения поставленных задач	ОПК(У)-1.1В3	Владеть опытом получения информации профессионального назначения о реакторной установке в объеме необходимом для анализа условий безопасной эксплуатации
				ОПК(У)-1.1У3	Умеет осуществлять грамотную и безаварийную эксплуатацию реакторного оборудования АЭС на основе технических данных и физических характеристик реактора и вспомогательного оборудования
				ОПК(У)-1.133	Знает взаимосвязь конструктивного исполнения отдельных элементов реакторных установок с физическими характеристиками, маневренными качествами и надежностью ядерных реакторов

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И.ОПК(У)-2.1	Демонстрирует понимание физических особенностей динамических процессов и оценивает их протекание в активной зоне ядерной энергетической установке	ОПК(У)-2.1В1	Владеть навыками расчета динамических процессов, протекающих в активной зоне ядерного реактора ДБ
				ОПК(У)-2.1У1	Умеет решать практические задачи по расчёту текущего значения нейтронной мощности реактора по измеренной величине установившегося периода и величины мгновенного изменения периода реактора; решать практические задачи по расчёту изменений реактивности реактора при действии частных эффектов реактивности; решать практические задачи по определению режимных параметров реактора при синхронном действии нескольких эффектов реактивности
				ОПК(У)-2.1З1	Знает основные закономерности изменения нейтронной мощности реактора при вводе реактивности постоянной величины, закономерности выгорания ядерного топлива, шлакования, стационарного отравления реактора ксеноном и характер переотравления при изменениях уровня стационарной мощности и после останова реактора, воспроизводства ядерного топлива и факторы, определяющие величину коэффициента воспроизводства
ПК(У)-2	Готовность применять методы исследования и расчета процессов, происходящих в современных физических установках и устройствах в области ядерной физики и технологий	И.ПК(У)-2.1.	Анализирует и исследует процессы, протекающие в активной зоне реакторных установок и оборудовании первого контура АЭС	ПК(У)-2.1В3	Владеет навыками контроля и управления протекания внутриреакторных процессов реакторной установки на основе расчетов и данных измерительных приборов
				ПК(У)-2.1У3.2	Умеет решать практические задачи по расчёту изменений реактивности реактора при действии частных эффектов реактивности; решать практические задачи по определению режимных параметров реактора при синхронном действии нескольких эффектов реактивности

				ПК(У)-2.133.2	Знает физический смысл членов и комплексов системы уравнений кинетики реактора с учётом запаздывающих нейтронов; роль уравнения «обратных часов» и его практическое значение; понятие мгновенной критичности реактора и вытекающее из него понятия ядерной безопасности реакторной установки
ПК(У)-8	Способность провести расчет, концептуальную и проектную проработку современных физических установок и приборов	И.ПК(У)-8.3.	Рассчитывает пусковые параметры ядерных реакторных установок различного типа	ПК(У)-8.3В1	Владет навыками расчета пусковой концентрации борной кислоты, определения критических загрузок активной зоны, положения стержней системы управления и защиты
				ПК(У)-8.3У1	Умеет рассчитывать пусковые характеристики реакторной установки
				ПК(У)-8.331	Знает конструкцию стержней ОР СУЗ и характеристики их эффективности; принципиальную схему системы борного регулирования ВВЭР и характеристики эффективности борной кислоты в ВВЭР; принцип расчёта; организацию физического пуска ядерного реактора и экспериментальное определение первой критической загрузки его активной зоны

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Способен применять математические, естественнонаучные и профессиональные знания для теоретических и экспериментальных исследований в области прогнозирования работы ядерного реактора	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-8.3
РД 2	Способен выполнять расчеты нейтронно-физических характеристик реакторных установок	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-8.3
РД 3	Способен анализировать параметры безопасной эксплуатации ядерных установок	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-8.3

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Кинетика «холодного» реактора с сосредоточенными параметрами	РД1	Лекции	8
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	40
Раздел (модуль) 2. Динамика реактора в энергетических режимах	РД1 РД2	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 3. Изменение нуклидного состава топлива при работе реактора	РД1	Лекции	6
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	40
Раздел (модуль) 4. Эффекты реактивности и безопасность реактора.	РД2 РД3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	42

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Кинетика «холодного» реактора с сосредоточенными параметрами

Предмер дисциплины. Терминология ядерной индустрии. Основные допущения теории переходных процессов. Уравнение кинетически реактора в разных приближениях. Переходные процессы при сообщении реактору положительной и отрицательной реактивности. Уравнения Нордхейма

Темы лекций:

1. Лекция 1. Предмер дисциплины. Терминология ядерной индустрии. Основные допущения теории переходных процессов. Вывод элементарного кинетического уравнения. Мгновенные и запаздывающие нейтроны. Характеристики запаздывающих нейтронов. Среднее время жизни поколения нейтронов в тепловом реакторе. Период реактора.
2. Лекция 2. Характеристики мгновенных запаздывающих нейтронов. Среднее время жизни поколения нейтронов в тепловом реакторе. Характерные параметры цепной реакции деления.
3. Лекция 3. Уравнения кинетики «холодного» реактора с распределенными параметрами. Уравнения кинетики «холодного» реактора с сосредоточенными параметрами. Реактивность реактора. Единицы измерения реактивности.
4. Лекция 4. Решение уравнения кинетики с учетом запаздывающих нейтронов. Переходные процессы при сообщении реактору положительной и отрицательной реактивности. Уравнения Нордхейма.

Темы практических занятий:

1. Мощность реактора. Энерговыведение в активной зоне.

2. Подкритическое и критическое состояние реактора.

Темы лабораторных работ:

1. Нейтронно-физический расчет ячейки реактора по программе WIMSD5B
2. Нейтронно-физический расчет изменения нуклидного состава топлива при работе реактора по программе WIMSD5B

Раздел 2. Динамика реактора в энергетических режимах

Система дифференциальных уравнений кинетики реактора с учётом одной и шести групп запаздывающих нейтронов. Уравнение обратных часов. Реактивность.

Темы лекций:

1. Лекция 5. Мгновенно-критический реактор. Кинетика реактора при линейном вводе реактивности. Обращенное решение уравнений кинетики. Измерение реактивности.
2. Лекция 6. Динамика реактора в энергетических режимах. Температурные эффекты. Кинетика мгновенно надкритического реактора. Влияние запаздывающих нейтронов.

Темы практических занятий:

1. Надкритическое состояние реактора.

Темы лабораторных работ:

1. Нейтронно-физический расчет изменения температурных и мощностных эффектов реактивности реактора по программе WIMSD5B.

Раздел 3. Изменение нуклидного состава топлива при работе реактора

Изменение нуклидного состава реактора при работе реактора. Выгорание, шлакование, воспроизводства топлива. Отравление реактора ксеноном. Отравление реактора самарием.

Темы лекций:

1. Лекция 7. Изменение нуклидного состава реактора. Выгорание, шлакование, воспроизводства топлива.
2. Лекция 8. Отравление реактора ксеноном в стационарных и переходных режимах.
3. Лекция 9. Отравление реактора самарием в стационарных и переходных режимах. Нептуниевый эффект реактивности.

Темы практических занятий:

1. Характеристики распределения энерговыделения в активной зоне реактора.
2. Расчет нейтронно-физических параметров элементарной ячейки реактора.

Темы лабораторных работ:

1. Нейтронно-физический расчет изменения температурных и мощностных эффектов реактивности реактора по программе WIMSD5B.
2. Нейтронно-физический расчет проксса отравления реактора ксеноном-135 по программе WIMS-ANL

Раздел 4. Эффекты реактивности и безопасность реактора.
--

Температурные эффекты реактивности. Устойчивость реактора. Безопасность реактора

Темы лекций:

1. Лекция 10. Температурные эффекты реактивности.
2. Лекция 11. Температурные эффекты реактивности. Устойчивость реактора.

3. Лекция 12. Безопасность реактора. Особенности реактора, влияющие на его безопасность. Техническая безопасность. Ядерная безопасность. Примеры аварийных ситуаций и ядерных аварий.

Темы практических занятий:

1. Расчет нейтронно-физических параметров. Запас реактивности и подкритичность.
2. Расчет нейтронно-физических параметров. Распределение энерговыделения.
3. Глубина выгорания топлива.

Темы лабораторных работ:

1. Нейтронно-физический расчет процесса отравления реактора самарием-149 по программе WIMS-ANL

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Копосов, Е. Б. Кинетика ядерных реакторов : учебное пособие / Е. Б. Копосов. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. — 115 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103467>.
2. Красников, П. В. Расчеты физических характеристик ядерных реакторов : учебное пособие / П. В. Красников, С. В. Столотнюк, Я. Д. Столотнюк. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 95 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58558>
3. Широков, Сергей Васильевич. Физика ядерных реакторов : учебное пособие / С. В. Широков. — Минск : Вышэйшая школа, 2011. — 351 с.: ил. — Текст : непосредственный.
4. Владимиров, Владимир Иванович. Физика ядерных реакторов : практические задачи по их эксплуатации / В. И. Владимиров. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : URSS, 2009. — 478 с.: ил. — Текст : непосредственный.

Дополнительная литература:

1. Увакин, М. А. Лабораторный практикум "Физическая теория ядерных реакторов : учебное пособие / М. А. Увакин, В. И. Савандер. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2013. — 56 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75781>.

2. Красников, П. В. Расчеты физических характеристик ядерных реакторов : учебное пособие / П. В. Красников, С. В. Столотнюк, Я. Д. Столотнюк. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. — 95 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58558>.

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>.
2. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>.
3. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» - <http://www.rosatom.ru/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ):

1. Прикладное программное обеспечение для проведения лабораторных работ по курсу реакторной физики

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины (заполняется при наличии)

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 321	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 2 340	Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Доска аудиторная настенная - 2 шт Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 14.04.02 Ядерные физика и технологии (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОЯТЦ	Чертков Ю.Б.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения ядерно-топливного цикла ИЯТШ (протокол от «25» 06 2020г. №28-д).

Заведующий кафедрой - руководитель отделения ЯТЦ
на правах кафедры, д.т.н.



подпись

Горюнов А.Г.